Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 2, June. July. 2020, p. 251- 269

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 2، خرداد-تیر 1399، ص. 269-251

بررسی اثرات فرمولاسیون، نوع پوشش و شرایط بسته‌بندی برمیزان آب‌اندازی ژامبون گوشت و مرغ طی دوره نگهداری

اسماعیل خزایی[1]- میرخلیل پیروزی فرد[2*]- فریبا زینالی[2]- محمد علیزاده خالدآبادی[3]

تاریخ دریافت: 1397/04/01
تاریخ پذیرش: 1398/03/19

چکیده

انواع سوسیس و کالباس در بسته‌بندی‌های تحت خلاء از جمله فرآورده‌های گوشتی هستند که به‌دلیل تنوع، راحتی در مصرف و اقتصادی بودن رایج می‌باشند. مهمترین مشکل عمده تولید، نگهداری و فروش این نوع فراورده‌های گوشتی، آب‌اندازی (سینرسیس) آنها درون بسته‌بندی تحت خلاء است. آب‌اندازی بسته علاوه بر ظاهر ناپسند، منجر به تسریع رشد و تکثیر میکروبی و تغییرات نامطلوب در عطر و طعم محصول می‌گردد. در این پژوهش عوامل مختلفی از جمله اثر سطوح مختلف کیتوزان و نشاسته اصلاح شده سیب‌زمینی در فرمولاسیون، بر روی میزان آب‌اندازی، pH، جمعیت میکروبی و ارزیابی حسی در دو نوع محصول ژامبون گوشت گاو و ژامبون گوشت مرغ در طول مدت زمان نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه اثر روش بسته‌بندی تحت خلاء و میزان خلاء ایجاد شده در بسته بر روی میزان آب‌اندازی بررسی گردید. نتایج نشان داد افزودن کیتوزان و نشاسته اصلاح شده سیب‌زمینی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش آب‌اندازی محصول در طول مدت نگهداری می‌شوند در حالی که در تمامی نمونه‌ها با افزایش مدت زمان نگهداری میزان آب‌اندازی افزایش یافت ($P<0/05$). کیتوزان به‌دلیل اثرات ضدمیکروبی باعث کاهش جمعیت میکروبی و مانع کاهش pH گردید. طبق نتایج ارزیابی حسی در طول مدت زمان نگهداری کیفیت حسی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری دچار افت گردید در حالی که کیتوزان اثرات مثبت معنی داری بر روی پارامترهای حسی در طول مدت زمان نگهداری داشت($P<0/05$). همچنین نتایج نشان داد که آب‌اندازی ژامبون‌ها تحت تاثیر نوع بسته‌بندی و میزان خلاء نیز قرار دارد به‌گونه‌ای که بسته‌بندی Skin نسبت به بسته‌بندی‌های تحت خلاء ساده میزان آب‌اندازی کمتری از خود نشان دادند و با افزایش میزان خلاء بسته‌بندی، میزان آب‌اندازی افزایش معنی‌داری داشت ($P<0/05$). نتایج نشان داد نشاسته سیب‌زمینی 5% و کیتوزان 0/6% و بسته‌بندی Skin در میزان خلاء 30 میلی‌بار باعث کاهش آب‌اندازی از 1/7 به 1/3 گردید. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که با افزوده نشاسته اصلاح شده سیب‌زمینی و کیتوزان به فرمولاسیون و همچنین استفاده از بسته‌بندی Skin با میزان خلاء کمتر می‌توان میزان آب‌اندازی فراورده‌های گوشتی را به میزان قابل توجهی کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: ژامبون، آب‌اندازی، نشاسته اصلاح شده سیب‌زمینی، کیتوزان، بسته‌بندی تحت خلاء.

مقدمه

در سال‌های اخیر با پیشرفت زندگی شهری، ازدیاد رستوران‌ها و سلف سرویس‌ها و اشتغال بیشتر زنان در اجتماع، تهیه و طبخ غذا در خانه کاهش یافته و توجه مردم به استفاده از غذاهای آماده و نیمه آماده به مصرف، افزایش پیدا کرده است (Herrero *et al*, 2008). گوشت و فراورده‌های گوشتی یکی از مهم‌ترین گروه‌های غذایی آماده جهت تأمین پروتئین مورد نیاز بدن می‌باشد. سوسیس و کالباس از معروف‌ترین فراورده‌های گوشتی است که مورد علاقه میلیون‌ها مصرف کننده در سراسر جهان می‌باشد (Sampaio *et al*, 2004). تمایل مصرف‌کنندگان نسبت به استفاده از مواد اولیه و روش تولید بهتر که منجر به تولید محصول با کیفیت بالاتر می‌گردد، افزایش یافته است (Soriano *et al*, 2006). عمده‌ترین مواد تشکیل‌دهنده این فراورده‌ها گوشت، چربی یا روغن، آب، مواد پروتئینی اتصال‌دهنده، مواد پرکننده، ادویه‌جات، نگهدارنده‌ها و سایر افزودنی‌ها هستند (Pereira *et al*, 2000).

از آنجا که سوسیس و سایر فراورده‌های گوشتی به علت چاشنی، ادویه و سایر مواد افزودنی که در فرمولاسیون آنها اضافه می‌شود دارای منابع آلوده‌کننده بیشتری نسبت به گوشت خام می‌باشند، لذا استفاده از روش‌های نوین حفاظت غذا به همراه نگهداری و بسته‌بندی متعارف در جهت کنترل آلودگی و رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و مولد فساد در این نوع فراورده‌ها حائز اهمیت است (Deda *et al*, 2007؛ Delvalle *et al*, 2003، فرخنده و همکاران، 1396). یکی از راه‌های

1، 2 و 3- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد، گروه علوم و صنایع و غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(*-نویسنده مسئول: Email: kh.pirouzifard@urmia.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v16i2.73671

کاربردی در صنعت گوشت بسته‌بندی تحت خلاء است. در این روش هوای داخل بسته بدون اینکه گاز دیگری جایگزین گردد خارج شده، که این امر منجر به محافظت محصول و مهار رشد باکتری‌های مولد فساد و جلوگیری از پیشرفت بعضی تغییرات شیمیایی از جمله اکسیداسیون می‌گرد (Xiao *et al*, 2010 ؛ اعتمادیان و همکاران، 1390؛ خدانظری و خدری؛ 1396).

یکی از مهمترین افزودنی‌های فراورده‌های گوشتی نشاسته است که مهمترین هدف استفاده از آن کنترل آب در محصول طی انبارداری می باشد و بر بافت، عطر و طعم و رنگ فرآورده تاثیر می‌گذارد. به‌منظور حداکثر استفاده از ویژگی‌های نشاسته، انتخاب آن باید به دقت صورت گیرد (Joly & Anderstein, 2009). نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین، انـدازه گرانول، ساختار کریستالی و ژلاتینه شدن نشاسته جزء ویژگـی‌هـای اختصاصـی گرانـول‌هـای نشاسـته اسـت (Cai *et al*, 2014؛ احتیاطی و همکاران، 1396). آب‌اندازی و تراوش آب آزاد در بسته‌بندی تحت خلأ اسلایس‌های فرآورده‌های گوشتی از واضح‌ترین اثرات منفی بیاتی نشاسته می‌باشد. نشاسته‌های سیب‌زمینی، تاپیوکا و ذرت مومی به دلیل داشتن آمیلوپکتین بیشتر، آب‌اندازی کمتری در طول مدت زمان نگهداری دارند. این ویژگی به‌خصوص در خصوص پایداری محصول طی فرآیند انجماد- انجمادزدایی بسیار حائز اهمیت است (Feiner, 2006). Cesar و همکاران (2013) به بررسی اثر صمغ لوبیای لوکاست و کاراگینان بر روی سینرسیس ژامبون گوشت خوک مورد بررسی قرار دادند. همچنین Perez و همکاران (2010) به بررسی اثر آلژینات بر روی ژامبون خوک پرداختند. محققان مختلفی هم از جمله Mills و همکاران (1995) و Naka و همکاران (1991) به بررسی اثر نشاسته‌های اصلاح شده بر روی سینرسیس فراورده‌های گوشتی پرداختند.

کیتوزان پلی‌ساکاریدی سازگار با محیط زیست، زیست تخریب‌پذیر، غیرسمی با ویژگی‌های عملکردی و فیزیکوشیمیایی متنوع از جمله قوام‌دهندگی و اثرات ضدباکتریایی، ضدقارچی و آنتی‌اکسیدانی است (Dutta *et al*, 2009). نتایج تحقیقات متعدد اثرات مثبت استفاده از کیتوزان به‌عنوان یک ماده ضدمیکروب و جاذب آب در فراورده‌های غذایی مختلف از جمله فراورده‌های گوشتی را مورد تایید قرار داده است (Kanatt *et al*, 2008؛ Lin *et al*, 2001؛ Wu *et al*, 2000 ؛ محبی و همکاران ،1393؛ آزادبخت و همکاران، 1396؛ صیدی و همکاران، 1396).

امروزه در صنعت گوشت کالباس‌ها و ژامبون‌ها پس از برش‌ورقه‌ای[1] درون پوشش‌های با نفوذپذیری بسیار کم قرار گرفته و تحت خلاء بسته‌بندی و دوخت می‌شوند. از جمله مشکلات عمده تولید و نگهداری این نوع محصولات خروج آب از ساختار محصول و آزاد شدن آن درون بسته‌بندی تحت خلاء می‌باشد که اصلاحاً به این حالت آب‌اندازی[2] گفته می‌شود. آب آزاد ناشی از آب‌اندازی باعث ایجاد یک حالت لزج و ظاهر بسیار ناپسند در نزد مصرف‌کنندگان می شود. علاوه بر این، آب‌اندازی منجر به تسریع رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها و تغییرات نامطلوب در عطر و طعم محصول می گردد. کاهش طول عمر نگهداری محصول و همچنین ضایعات فراوان ناشی از عدم پذیرش مشتریان باعث بروز زیان‌های فراوان به واحدهای صنعتی می‌گردد. لذا بررسی روش‌های مختلف به‌منظور کاهش آب‌اندازی در این نوع بسته‌بندی‌های فراورده‌های گوشتی بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد.

هدف اصلی این پژوهش بررسی تاثیر عوامل مختلف بر روی میزان آب‌اندازی در فراورده‌های گوشتی بسته‌بندی تحت خلاء می‌باشد. در این تحقیق عوامل مختلفی از جمله اثر سطوح مختلف کیتوزان و نشاسته اصلاح شده سیب‌زمینی در فرمولاسیون، روش بسته‌بندی تحت خلاء و همچنین میزان خلاء ایجاد شده در بسته‌بندی بر روی میزان آب‌اندازی در دو نوع محصول ژامبون گوشت 90% و ژامبون مرغ 90% در طول مدت زمان نگهداری مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

متغیرها شامل نشاسته سیب‌زمینی و کیتوزان می‌باشد. نشاسته گندم از شرکت فرادانه شیراز، نشاسته سیب‌زمینی از شرکت بازرگانی و سرمایه گذاری KMC و کیتوزان (کیتوزان با وزن مولکولی $5/2\times10^3$) از شرکت صنایع شیمیایی سیناسون ساری تهیه گردید. پلی‌فسفات سدیم و نیتریت سدیم از شرکت سیگما، اسید آسکوربیک از شرکت مرک، ادویجات از شرکت پلنلیپید[3] و نمک از بازار محلی تهیه گردید.

بخش اول

انجام این تحقیق در دو مرحله صورت پذیرفت. در مرحله اول نوع نشاسته و سطوح کیتوزان در محصول مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به نتایج، نمونه دارای آب‌اندازی کمتر انتخاب گردید. در مرحله دوم نمونه مورد نظر مجدد تولید و در شرایط بسته‌بندی مختلف مورد آزمایش و بررسی قرار گرفت.

برای مرحله اول این طرح، متغیرها شامل نوع محصول، نوع نشاسته، سطوح کیتوزان و مدت زمان نگهداری بود. برای این تحقیق دو نوع محصول(ژامبون 90% گوشت گاو و ژامبون 90% گوشت مرغ) مورد آزمون قرار داده شد.

نمونه شاهد و یا اولیه دارای 5 درصد نشاسته گندم بود و نشاسته سیب‌زمینی در آن وجود نداشت. نشاسته سیب‌زمینی در سه سطح (صفر،

1 slicing
2 syneresis
3 Planlipid

50 و 100درصد) جایگزین نشاسته گندم شده و ازکیتوزان در سه سطح (صفر، 0/3 و 0/6درصد) به‌عنوان یک ماده ضدمیکروبی و جاذب آب نیز استفاده شد. در انتها نمونه‌های مختلف ورقه ورقه شدند و در هر بسته 300 گرمی قرار داده شد و تحت خلاء (میزان خلاء 30 میلی‌بار فشار) بسته‌بندی شد.

در ادامه با توجه به نتایج آزمون آب‌اندازی، نمونه دارای آب‌اندازی کمتر انتخاب شده و مجدد تولید گردید. در مرحله دوم این پژوهش به منظور بررسی شرایط بسته‌بندی روی خصوصیت آب‌اندازی از نمونه تولیدی جدید استفاده گردید. نمونه تولیدی در 2 نوع بسته بندی تحت خلاء (دارفرش و ساده) در دو میزان خلاء (5 و 30 میلی‌بار فشار) بسته‌بندی شد و در طول مدت زمان نگهداری (1، 15 و 30 روز) پارامتر آب‌اندازی، مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله، میزان خلاء بسته‌ها نسبت به مرحله اول پژوهش بالاتر در نظر گرفته شد تا هوای باقیمانده در بسته‌ها به حداقل ممکن برسد و اثرات منفی ناشی از وجود اکسیژن در بسته‌ها به حداقل ممکن برسد.

فرمولاسیون ژامبون

گوشت ران و سینه مرغ به شکل استحصال شده از شرکت فیله آمل تأمین شد. همچنین گوشت گاو منجمد برزیلی دارای مشخصات ثبت شده از بازار خریداری گردید. کلیه مراحل در شرکت فراورده‌های گوشتی کاله آمل انجام شد. ژامبون مرغ مورد نظر در این تحقیق بر اساس90 درصد گوشت مرغ و ژامبون گوشت مورد نظر در این تحقیق بر اساس90 درصد گوشت گاو تهیه شد (جدول 1).

تولید ژامبون گوشت مرغ

برای عمل‌آوری گوشت مرغ بدین شرح عمل گردید که ابتدا مرغ تازه کشتار شده تهیه و سپس استحصال گردید. بعد از جدا کردن پوست، چربی و بافت پیوندی سطحی، ران مرغ از لاشه جداسازی و به قطعاتی با ابعاد 3× 3 ×3 سانتی‌متر مکعب برش داده شد. تکه‌های مذکور (با دمای 4- 2 درجه سانتی‌گراد) وارد دستگاه تامبلر (متال کیمیا، آلمان) شد، سپس نمک و فسفات (طبق جدول1) به تامبلر اضافه شده و به مدت 5 دقیقه عملیات ماساژ به‌صورت مالشی توسط تامبلر صورت گرفت. پس از افزودن آب سرد عملیات مالشی به مدت 5 دقیقه دیگر تکرار گردید. در ادامه ادویه‌جات (فلفل، تخم گشنیز و آویشن) افزوده شده و 90 دقیقه عملیات چرخشی تامبلر با سرعت 8 دور بر دقیقه تحت خلاء انجام گردید. سپس نشاسته را به تامبلر افزوده و 30 دقیقه دیگر عملیات چرخشی ادامه داده شد. در انتها مرغ تکه‌ای از تامبلر تخلیه و به مدت 15 ساعت در درون سردخانه بالاصفر (5-صفر درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد تا محصول مراحل عمل‌آوری نهایی را به حالت استراحت بگذراند. در تمامی مراحل مذکور دستگاه تامبلر بر روی دمای 4- 2 درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید.

جدول 1- انواع فرمولاسیون ژامبون

نوع محصول	فرمولاسیون ژامبون مرغ									فرمولاسیون ژامبون گوشت گاو							
شماره فرمول / جزء (Kg)	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
گوشت مرغ	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
گوشت گاو	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰
نشاسته گندم	۵	۲/۵	۰	۵	۲/۵	۰	۵	۲/۵	۰	۵	۲/۵	۰	۵	۲/۵	۰	۵	۲/۵
نشاسته اصلاح شده سیب زمینی	۰	۲/۵	۵	۰	۲/۵	۵	۰	۲/۵	۵	۰	۲/۵	۵	۰	۲/۵	۵	۰	۲/۵
کیتوزان	۰	۰	۰	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰	۰	۰	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۶	۰/۶
آب/ یخ	۲	۲	۲	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۲	۲	۲	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۴	۱/۴
نمک	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
پلی‌فسفات سدیم	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
اسید آسکوربیک	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
نیتریت سدیم	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
ادویه جات	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴

تولید ژامبون گوشت گاو

به‌منظور تولید ژامبون گوشت ابتدا گوشت ران منجمد را در سردخانه بالای صفر (در دمای 0 تا 5 درجه سانتی‌گراد) دیفراست نموده و با استفاده از چاقو چربی و بافت پیوندی سطحی، گوشت ران از قطعات جداسازی گردید. قطعات درشت مذکور به قطعاتی با ابعاد 3× 3× 3 سانتی‌متر مکعب بریده گردید. در ادامه تمامی مراحل عمل‌آوری درون دستگاه تامبلر و سپس استراحت دقیقاً مشابه گوشت مرغ عمل‌آوری انجام شد.

در مرحله بعد گوشت‌های عمل‌آوری شده توسط دستگاه پرکن (دبل کلیپس، ایران) وارد پوشش‌های پلی‌آمیدی گردید و در اتاق پخت تا

رسیدن به دمای 72 درجه سانتی‌گراد در مرکز محصول قرار گرفت، مدت زمان مرحله پخت حدودا 360 دقیقه بود. سپس نمونه‌ها سریعا به زیر دوش آب سرد و سپس سردخانه بالای صفر (5-0 درجه سانتی‌گراد) انتقال داده شد. در ادامه فرایند نمونه‌های مختلف ورقه‌ورقه شدند (اومگا، آلمان) و در اوزان 300 گرمی توزین و تحت خلاء بسته‌بندی (فشار 50 میلی‌بار) شدند. در نهایت کلیه نمونه‌ها درون سردخانه بالاصفری و در دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

بسته‌بندی تحت خلأ ژامبون گوشت و مرغ در پوشش‌های مختلف

با توجه به نتایج آزمون مرحله اول نمونه دارای ویژگی آب‌اندازی کمتر انتخاب و مجدد تولید شد. نمونه انتخاب شده به دو روش بسته‌بندی گردید. ابتدا به روش بسته‌بندی تحت خلاء ساده[1] توسط دستگاه R145 و با استفاده از پوشش‌های سه لایه (PE/PA/PE)[2] بسته‌بندی شد (شکل 1). در ادامه نمونه‌ها به روش دوم و با استفاده از دستگاه R145 به شکل (Skin pack) بسته‌بندی تحت خلاء شدند (شکل 1).

هر دو دستگاه بسته‌بندی ذکر شده، ساخت شرکت Multivac، آلمان بودند. پوشش مخصوص بسته‌بندی Skin دارای 2 لایه زیرین و رویی می‌باشد. لایه رویی آن یک لایه پلی‌آمیدی بسیار نازک است که تحت حرارت بسیار انعطاف‌پذیر می‌شود. لایه زیرین آن کمی ضخیم است و از یک صفحه فیلم دارای استحکام بیشتر پلی‌اتیلن و پلی‌استر تشکیل شده است.

.



شکل 1- نمونه بسته‌بندی یک روز پس از تولید و تحت فشار خلاء 5 میلی‌بار. بسته‌بندی تحت خلاء ساده ژامبون مرغ (a)، بسته‌بندی Skin ژامبون مرغ (b)، بسته‌بندی تحت خلاء ساده ژامبون گوشت گاو (c)، بسته‌بندی Skin ژامبون گوشت گاو (d)

1 Vacuum pack

2 (Polyethylene/polyamide/Polyethylene)

نکته قابل ذکر این است که میزان وکیوم دستگاه‌ها قابل کنترل است و میزان هوای باقی‌مانده درون بسته بر روی خصوصیات کیفی محصول به شدت تاثیرگذار است. در نتیجه میزان وکیوم بسته‌ها به‌عنوان متغیر درنظر گرفته شد و از دو سطح خلاء (فشار 5 و 30 میلی‌بار) استفاده گردید. تمامی نمونه‌های به سردخانه بالاصفر منتقل شده و در سه بازه زمانی (یک، 15 و 30 روز) خصوصیات کیفی آنها اندازگیری گردید.

آزمون‌های شیمیایی

میزان چربی، پروتئین، رطوبت، کربوهیدرات، و خاکستر بود که به‌ترتیب بر اساس استانداردهای شماره 742، 924، 745، 744 و 741 سازمان استاندارد ملی ایران اندازه‌گیری شدند. این آزمون‌ها تنها برای نمونه‌های شاهد و روز پس از تولید انجام گردید. لازم به ذکر است که فقط آزمون pH برای تمامی نمونه‌ها طی مدت زمان نگهداری (در روزهای 1، 15، 30 پس از تولید) انجام شد. اندازه‌گیری pH مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 1028 و با pHمتر (Testo، آلمان) انجام شد.

آزمون میکروبی

آمون جمعیت کلی میکروبی برای تمامی نمونه‌ها طی مدت زمان نگهداری (در روزهای 1، 15، 30 پس از تولید) انجام شد. آزمون میکروبی مذکور طبق استاندارد ملی به شماره 5272 انجام شد

آب اندازی (سینرسیس)

این آزمون به روش Cesare و همکارن (2013) انجام شد. به این صورت که 300 گرم از نمونه‌ها درون پوشش سه لایه، بسته‌بندی تحت خلاء شد. سپس وزن دقیق آن‌ها ثبت گردید. نمونه‌ها بعد از مدت زمان نگهداری مدنظر از بسته‌بندی تحت خلاء خارج و سپس میزان آب خارج شده از محصول با استفاده از دستمال سه لایه جاذب‌الرطوبه خشک گردید. وزن کل نمونه بعد از این عملیات اندازه‌گیری شده و اختلاف وزن محصول قبل و بعد از انبارداری محاسبه شد. در انتها میزان آب اندازی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید. این آزمون برای تمامی نمونه ها در سه تکرار طی مدت روزهای 1، 15، 30 پس از تولید انجام شد. نمونه‌ها درون سردخانه بالای صفر (صفر تا 4 درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

$$\text{آب اندازی} = \frac{(\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه})}{\text{وزن اولیه}} * 100 \qquad ()$$

ارزیابی حسی

برای انجام ارزیابی ویژگی‌های حسی از داوران آموزش دیده (10 نفر) استفاده شد. این پانلیست‌ها قادر بودند ویژگی‌هایی چون بافت، مزه، بو، رنگ و پذیرش کلی نمونه‌ها را با درنظر گرفتن مفاهیم تعلیم داده شده در قالب آزمون هدونیک 9 نقطه‌ای (1 بسیار نامطلوب- 9 بسیار مطلوب) تشخیص دهند. امتیازدهی این آزمون به شکل آنالیز غیرپارامتریک و بر روی خط‌کش مندرج بود تا اعداد پیوسته و دقیق‌تر باشند. این آزمون نیز برای تمامی نمونه‌ها در سه بار طی مدت زمان نگهداری (در روزهای 1، 15، 30 پس از تولید) انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تحلیل داده ها، در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. در بخش اول تحقیق نشاسته اصلاح شده سیب‌زمینی در سه سطح (صفر، 5، 10 درصد) و کیتوزان در سه سطح (صفر، 0/3 و 0/6 درصد) به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. در بخش دوم پس از انتخاب نمونه با کمترین سینرسی، نوع بسته‌بندی و میزان خلاء بسته‌بندی به متغیرهای مستقل بودند. برای تحلیل آماری پارامترهای مورد مطالعه از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. میانگین تکرارها در قالب آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری 5% مورد مقایسه قرارگرفتند.

نتایج و بحث

طبق نتایج آزمون‌های شیمیایی (جدول 2) نمونه‌های شاهد ژامبون گوشت گاو و ژامبون گوشت مرغ به‌لحاظ پارامترهای شیمیایی، تفاوت چندانی نداشته و مطنبق با استاندارد ملی ایران(5753) می‌باشد.

جدول 2- نتایج آنالیز شیمیایی ژامبون گوشت گاو و ژامبون گوشت مرغ

نوع ژامبون	رطوبت	پروتئین	چربی	کربوهیدرات	pH	خاکستر
گوشت گاو	69/80±1/2[a]	16/51±0/65[a]	5/72±0/2[b]	4/77±0/25[a]	5/9±0/11[a]	3/2±0/08[a]
گوشت مرغ	70/63±0/9[a]	16/14±0/42[a]	6/03±0/23[a]	4/1±0/33[b]	6/1±0/2 [a]	3/1±1/15[a]

اثر نوع محصول و مدت زمان نگهداری بر روی آب‌اندازی

به‌منظور مقایسه بین ژامبون گوشت و مرغ، ابتدا یک نمونه شاهد از دو نوع محصول در سردخانه به مدت 30 روز نگهداری شد و آب اندازی آنها جداگانه و در طول مدت زمان نگهداری محاسبه و مورد آنالیز قرار گرفت. طبق نتایج آنالیز واریانس نوع محصول روی پارامتر آب‌اندازی معنی‌دار نبود (P>0/05) اما اثر مدت زمان نگهداری کاملاً

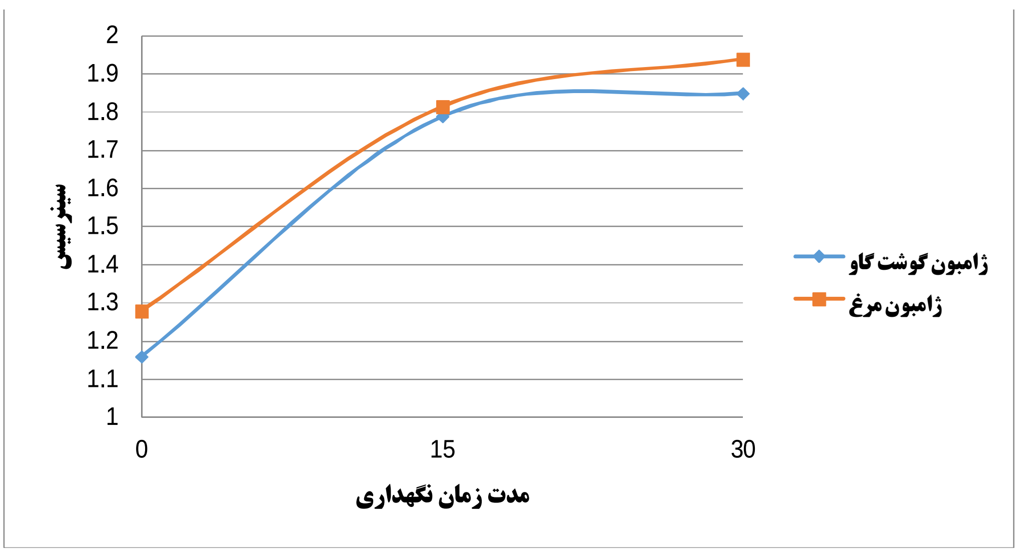
روی آب‌اندازی ژامبون‌ها معنی‌دار بود (P<0/05). طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول 3) تفاوت چندانی بین ژامبون گوشت گاو و ژامبون گوشت مرغ به‌لحاظ آب‌اندازی وجود نداشت اما در مجموع ژامبون گوشت گاو میزان آب‌اندازی کمتری نسبت به ژامبون مرغ داشت که احتمالاً این موضوع به دلیل محتوی بالاتر پروتئین در ژامبون گوشت گاو می‌باشد (جدول 2).

در فرمولاسیون‌های یکسان با گذشت مدت زمان نگهداری میزان آب‌اندازی ژامبون‌ها افزایش یافت. عوامل مختلفی از جمله تخریب بافت در اثر پروتئازهای میکروبی و همچنین کاهش pH در اثر تولید اسید توسط اسیدلاکتیک باکتری‌ها یکی از دلایل اصلی کاهش ظرفیت نگهداری آب ژامبون‌ها می‌باشد. همچنین رتوگراداسیون نشاسته و ایجاد پیوندهای هیدروژنی بیشتر بین آمیلوز و آمیلوپکتین نشاسته یکی دیگر از دلایل کاهش ظرفیت نگهداری آب می باشد. نتایج Cesar و همکاران (2013) نشان داد با گذشت زمان نگهداری، آب‌اندازی ژامبون گوشت خوک افزایش می‌یابد. همچنین این نتایج، مشابه نتایج Muthia و همکاران (2010) بر روی سوسیس مرغ و Restrepo و همکاران (2010) بر روی ژامبون خوک بود.

جدول 3- تأثیر مدت زمان نگهداری بر میزان آب‌اندازی ژامبون گوشت گاو و ژامبون گوشت مرغ (شاهد)

نوع ژامبون	مدت زمان نگهداری	میزان آب‌اندازی
گوشت گاو	0	$1/09^{c}\pm0/08$
گوشت گاو	15	$1/6118^{b}\pm0/12$
گوشت گاو	30	$2/5228^{a}\pm0/1$
گوشت مرغ	0	$0/9267^{c}\pm0/2$
گوشت مرغ	15	$1/7479^{b}\pm0/15$
گوشت مرغ	30	$2/6951^{a}\pm0/17$

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار (P<0/05) دارند.



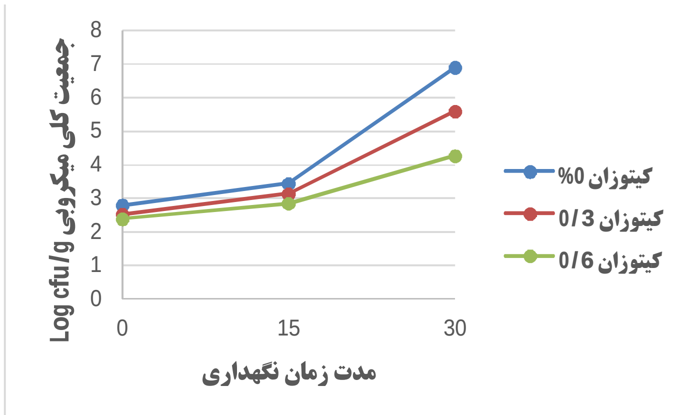
شکل 2- میزان آب‌اندازی ژامبون گوشت مرغ و ژامبون گوشت گاو در طول مدت زمان نگهداری

بررسی اثر متغیرها بر روی جمعیت کلی میکروبی

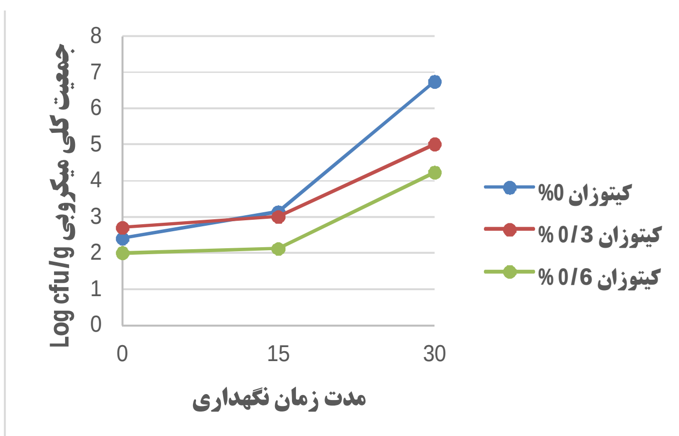
بر اساس نتایج آماری به‌دست آمده از آنالیز واریانس، کیتوزان، مدت زمان نگهداری و اثرات متقابل آن‌ها بر روی بار میکروبی معنی‌دار بود در حالی که اثر نشاسته سیب‌زمینی معنی‌دار نبود (P<0/05). نتایج نشان داد که با افزودن کیتوزان شدت رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها کاهش یافته است و بین نمونه‌های دارای کیتوزان و شاهد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P<0/05) (شکل 2 و 3).

طی پاستوریزاسیون فرآورده‌های گوشتی شکل رویشی گونه‌های ترمودوریک اسیدلاکتیک باکتری‌ها مانند لاکتوباسیلوس‌ها، میکروکوکوس‌ها و آنتروکوکوس‌ها زنده می‌مانند. این‌ها

میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی اختیاری و میکروآئروفیلیک هستند که در بسته‌بندی‌های وکیوم به رشد خود ادامه می‌دهند و از طریق تنفس بی‌هوازی منجر به تولید متابولیت‌های مانند اسید می‌گردد (Lynn *et al*, 2010). Lin و همکاران (2001) ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبیولوژی یک نوع سوسیس چینی حاوی 1% کیتوزان را بررسی کردند. این مطالعه نشان داد که کلیه نمونه‌ها دارای بار میکروبی کمتری نسبت به نمونه شاهد بودند. Soultos و همکاران (2008) اثر کیتوزان (0/5 و 1 درصد) را بر خواص میکروبی سوسیس گوشت خوک طی 28 روز ماندگاری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد بررسی نموده و گزارش کردند که شمارش اسیدلاکتیک باکتری‌ها در نمونه‌های 0/5 و 1 درصد کیتوزان نسبت به نمونه شاهد تقریبا به میزان 1 و 1/5 log cfu / g کمتر بود. بسیاری از دانشمندان بر این عقیده‌اند که کیتوزان از رشد اغلب باکتری‌ها جلوگیری می کند، اگرچه اثرات پیشگیری آن با وزن مولکولی کیتوزان و به‌خصوص گونه باکتریایی تغییر می‌کند. Kurita و همکاران (1991) و Synowiecki و همکارن (2003) علت خاصیت ضدمیکروبی کیتوزان را ممانعت از رسیدن مواد غذایی نظیر مواد آمینی به غشای سلولی باکتری عنوان نموده اند. Helander (2001) بر خاصیت آنیونی و کاتیونی بین قند کیتوزان و پوشش باکتریایی اشاره نمود که این خاصیت باعث از بین رفتن غشا میکروبی می‌شود.



شکل 2- تاثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان روی جمعیت کلی میکروبی نمونه‌های ژامبون گوشت مرغ در طول مدت زمان نگهداری



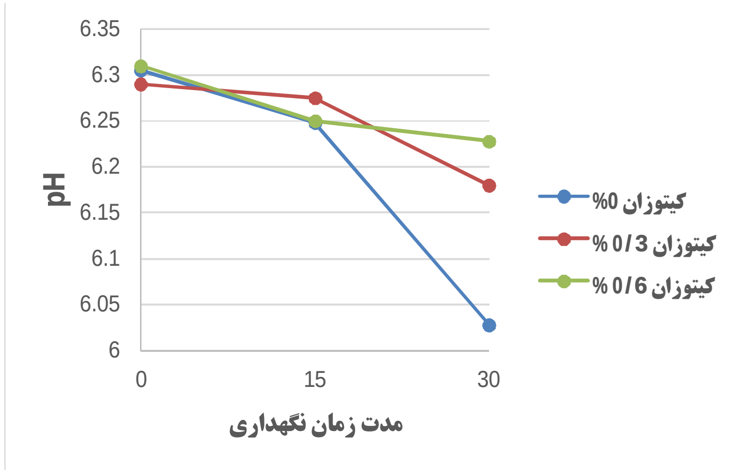
شکل 3- تاثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان روی جمعیت کلی میکروبی نمونه‌های ژامبون گوشت گاو در طول مدت زمان نگهداری

بررسی اثر متغیرها بر روی pH

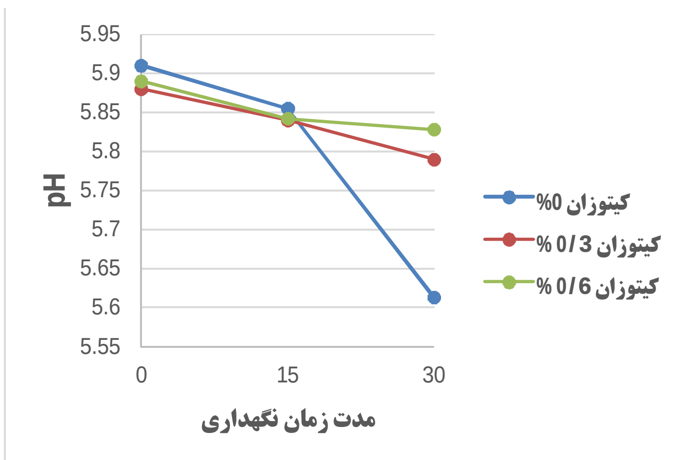
بر اساس نتایج آنالیز واریانس اثر مدت زمان نگهداری، کیتوزان و اثرات متقابل آنها بر روی pH معنی‌دار بود در حالی که اثر نشاسته سیب‌زمینی معنی‌دار نبود ($P<0/05$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد با افزایش مدت زمان نگهداری، pH روند کاهشی داشته است در حالی که کیتوزان باعث روند صعودی در pH نمونه‌ها شد (شکل 4و 5).

در فراورده‌های گوشتی پاستوریزه گونه‌های ترمودوریک میکروارگانیسم‌ها به‌خصوص اسیدلاکتیک باکتری‌ها در بسته‌بندی‌های

وکیوم به رشد خود ادامه می‌دهند و از طریق تنفس بی‌هوازی منجر به تولید متابولیت‌های مانند اسید می‌گردد (Lynn *et al*, 2010).



شکل4- تاثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان روی pH نمونه‌های ژامبون گوشت مرغ در طول مدت زمان نگهداری



شکل 5- تاثیر غلظت های مختلف کیتوزان روی pH نمونه‌های ژامبون گوشت گاو در طول مدت زمان نگهداری

برخی از این اسیدلاکتیک باکتری‌ها باعث فساد ترشیدگی فرآورده‌های سوسیس و کالباس می‌گردند (Jackson *et al*, 2001). کاهش pH فرآورده‌های گوشتی طی دوره نگهداری ناشی از رشد اسیدلاکتیک باکتری‌ها توسط Lynn و همکاران (2010)، Choi و همکاران (2003) و Devatkal و همکاران (2004) مورد تایید قرار گرفته است. همچنین Blixt و همکاران (2002) گزارش کردند که با افزایش فساد در بسته‌های وکیوم گوشت خوک و گوساله pH کاهش پیدا کرد. با تولید اسید توسط اسیدلاکتیک باکتری‌ها pH فراورده گوشتی کاهش می‌یابد و باعث نزدیکتر شدن Samelis pH فراورده به pH ایزوالکتریک پروتئین‌های گوشت می‌شوند (Finer, 2006؛ Tarte *et al*, 2009).

Samelis و همکاران (2000) ارتباط خوبی میان فلور میکروبی عامل فساد و کاهش pH در محصولات گوشتی پخته شده مختلف نگهداری شده در دمای 4 درجه سانتی‌گراد پیدا کردند. با افزایش درصد کیتوزان در فرمولاسیون نمونه‌ها، پارامتر pH به شکل قابل توجهی افزایش یافت. این روند افزایش به‌خصوص با گذشت مدت زمان نگهداری مشخص‌تر است. این اثر کیتوزان روی pH حاصل نتایج ضدمیکروبی آن است که این اثر در بخش آنالیز میکروبی کاملاً شرح داده شده است. اثر ضدمیکروبی کیتوزان به‌خصوص روی گروه اسیدلاکتیک باکتری‌ها شدید می‌باشد. بر طبق تحقیقات Jeon و همکاران (2001) اسیدلاکتیک باکتری‌ها به‌طور کامل توسط کیتوزان از بین رفتند. به دلیل اثر بازدارندگی کیتوزان روی رشد و تکثیر

اسیدلاکتیک باکترها، این میکروارگانیسم‌ها نتوانسته‌اند با سرعت بالا (مانند نمونه‌های بدون کیتوزان) رشد و تکثیر کنند تا در ادامه اسید تولید کنند و pH فرآورده نمونه‌ها را کاهش دهند. اثر کیتوزان روی تغییرات pH به‌خصوص بعد از 2 ماه ماندگاری کاملا مشهود است. عدم احساس عطر و بوی ترشیدگی در محصول نهایی می‌تواند تاثیر مثبتی و فاحشی در پذیرش محصولات وکیوم بعد از 15 روز داشته باشند.

بررسی اثر کیتوزان روی آب اندازی

طبق نتایج آنالیز واریانس اثر هر سه متغییر کیتوزان، نشاسته سیب‌زمینی و مدت زمان نگهداری بر روی آب‌اندازی هر دو نوع ژامبون معنی‌دار بود (P<0/05) (جدول 3).

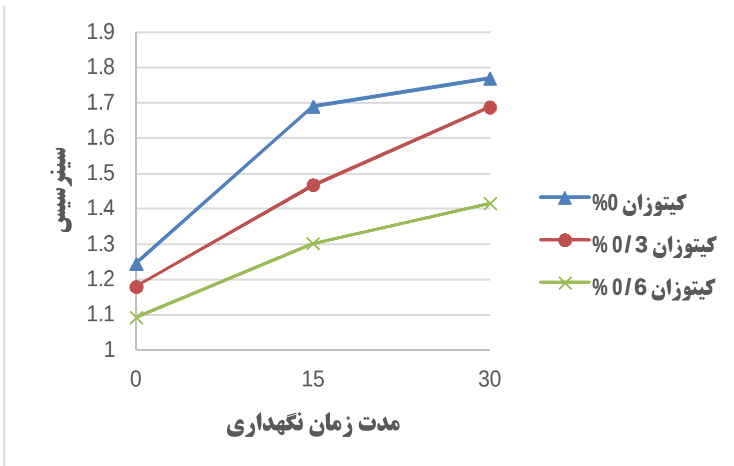
جدول 3- نتایج مقایسه میانگین تأثیر نشاسته سیب‌زمینی، کیتوزان و مدت زمان نگهداری بر میزان آب‌اندازی ژامبون‌ها

ردیف	نشاسته سیب‌زمینی	کیتوزان	مدت زمان نگهداری	میزان آب‌اندازی: ژامبون گوشت گاو	میزان آب‌اندازی: ژامبون گوشت مرغ
1	0	0	0	1/220^bcd^±0/1	1/280^ab^±0/05
2	0	0	15	1/785^ab^±0/15	1/815^ab^±0/2
3	0	0	30	1/960^bcd^±0/22	1/940^a^±0/3
4	0	0/3	0	1/155^bcd^±0/25	1/215^b^±0/25
5	0	0/3	15	1/730^abc^±0/32	1/760^ab^±0/1
6	0	0/3	30	1/755^abc^±0/18	1/765^ab^±0/18
7	0	0/6	0	1/130^bcd^±0/11	1/19^b^±0/08
8	0	0/6	15	1/445^abcd^±0/2	1/475^ab^±0/11
9	0	0/6	30	1/660^abcd^±0/21	1/670^ab^±0/22
10	5	0	0	1/275^bcd^±0/3	1/335^ab^±0/2
11	5	0	15	1/755^abc^±0/22	1/785^ab^±0/12
12	5	0	30	1/615^abcd^±0/1	1/625^ab^±0/15
13	5	0/3	0	1/245^bcd^±0/08	1/305^ab^±0/17
14	5	0/3	15	1/365^abcd^±0/05	1/395^ab^±0/28
15	5	0/3	30	1/520^abcd^±0/1	1/530^ab^±0/3
16	5	0/6	0	1/095^cd^±0/3	1/155^b^±0/25
17	5	0/6	15	1/265^bcd^±0/23	1/345^ab^±0/11
18	5	0/6	30	1/495^abcd^±0/11	1/505^ab^±0/14
19	10	0	0	1/240^bcd^±0/18	1/25^ab^±0/08
20	10	0	15	1/530^abcd^±0/15	1/560^ab^±0/15
21	10	0	30	1/550^abcd^±0/05	1/560^ab^±0/12
22	10	0/3	0	1/140^bcd^±0/1	1/200^b^±0/1
23	10	0/3	15	1/305^abcd^±0/21	1/310^ab^±0/2
24	10	0/3	30	1/490^abcd^±0/1	1/500^ab^±0/25
25	10	0/6	0	1/050^d^±0/13	1/11^b^±0/1
26	10	0/6	15	1/195^bcd^±0/06	1/225^ab^±0/15
27	10	0/6	30	1/390^abcd^±0/17	1/300^ab^±0/2

نتایج نشان داد با افزایش میزان کیتوزان در فرمولاسیون، آب‌اندازی به شکل معنی‌داری کاهش می‌یابد (شکل6 و 7). کاهش آب‌اندازی نمونه‌ها در اثر کیتوزان به دو دلیل می‌تواند باشد. اول اینکه کیتوزان یک پلی‌ساکارید کاتیونیک دارای گروه‌های قطبی جاذب آب می‌باشد. این ساختار پلی‌ساکاریدی دارای ویژگی‌های عملکردی از جمله خاصیت

قوام‌دهندگی و افزایش ویسکوزیته ناشی از جذب آب در سیستم‌های غذایی است (Dutta *et al*, 2009 ؛Shahidi *et al*, 2005).

همانطور که پیش‌تر اشاره شد اسیدلاکتیک باکتری‌ها در طول مدت زمان نگهداری فراورده‌های گوشتی، با تولید اسید باعث کاهش pH این فراورده‌ها می‌شوند. در نتیجه باعث نزدیکتر شدن pH فراورده به PH ایزوالکتریک پروتئین‌های گوشت می‌شوند. ظرفیت نگهداری آب گوشت و فرآورده‌های گوشتی به شدت تحت تاثیر pH و یون‌های نمک‌هایی مانند NaCl قرار دارد. کاهش pH فرآورده گوشتی باعث نزدیک شدن pH به pH ایزوالکتریک می‌گردد. در pH ایزوالکتریک بین بارهای غیرهم‌نام تعادل ایجاد می‌گردد که نهایتا باعث نزدیک شدن پروتئین‌های گوشت به یکدیگر و به حداقل رسیدن ظرفیت نگهداری آب گوشت یا فرآورده گوشتی می‌گردد. لذا همین موضوع باعث پتانسیلی مثبت در خروج آب از فراورده گوشتی و افزایش آب اندازی در بسته‌بندی آن می‌شود. (Tarte *et al*, 2009 ؛Finer, 2006). احتمالاً کیتوزان به‌دلیل بازدارندگی روی اسیدلاکتیک باکتری‌ها، مانع کاهش pH و نزدیک شدن آن به pH ایزوالکتریک می‌گردد. با افزایش غلظت کیتوزان این ممانعت بیشتر شده در نتیجه در غلظت‌های بالای کیتوزان ظرفیت نگهداری آب بالاتری در نمونه‌ها مشاهده می‌گردد.



شکل 6- تاثیر غلظت های مختلف کیتوزان روی آب‌اندازی نمونه‌های ژامبون گوشت گاو در طول مدت زمان نگهداری

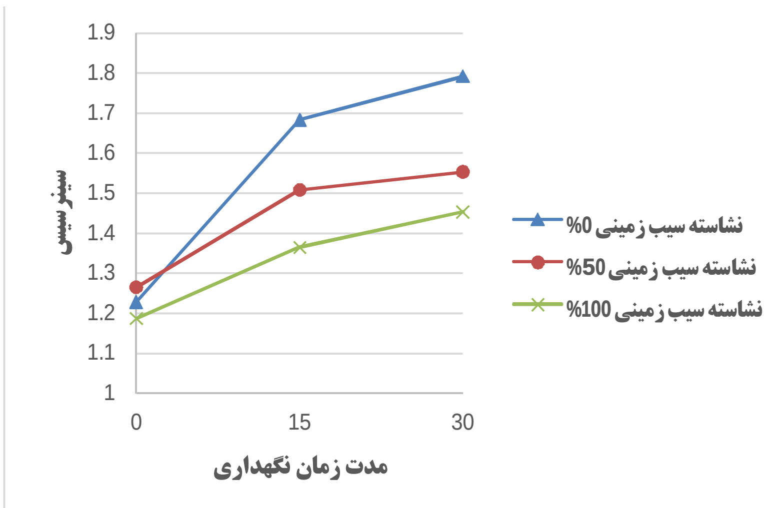


شکل 7- تاثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان روی آب‌اندازی نمونه‌های ژامبون گوشت مرغ در طول مدت زمان نگهداری

بررسی اثر نشاسته سیب‌زمینی روی آب‌اندازی

طبق نتایج آنالیز واریانس اثر نشاسته بر روی آب‌اندازی هر دو نوع ژامبون معنی‌دار بود (P<0/05) (جدول3). با افزایش جایگزینی نشاسته سیب‌زمینی به‌جای نشاسته گندم در فرمولاسیون میزان آب‌اندازی نمونه‌ها به‌نحو معنی‌داری کاهش یافت (شکل7 و 8). این نتیجه را می‌توان از دو منظر یکی دمای ژلاتینه شدن نشاسته و دوم سرعت

پسگرایی و بیات شدن (رتروگراداسیون[3]) مورد بحث قرار داد. نشاسته گندم به دلیل آمیلوز بیشتر، گرانول کوچکتر و ساختار منسجم‌تر دمای ژلاتیناسیون بالاتری دارد. در حالی که نشاسته سیب‌زمینی آمیلوز کمتر و گرانول‌های بزرگتری دارد و همچنین دارای استرفسفات در درون گرانول خود می‌باشد که باعث ضعیف کردن باند یا زنجیر آن می‌شود. مجموع این عوامل منجر به این موضوع می‌گردد که انرژی کمتری برای ژلاتینه شدن نیاز داشته باشد. مهمترین مزیت نشاسته سیب‌زمینی این است دمای ژلاتیناسیون آن منطبق با دمای دناتوراسیون پروتئین‌های گوشت می‌باشد. در واقع هنگام پخت و پاستوریزاسیون فراوده‌های گوشتی، همزمان با اینکه پروتئین‌های میوفیبریلی (میوزین و اکتین) دناتوره شده و بیشترین آب خود را از دست می‌دهند، نشاسته سیب‌زمینی شروع به ژلاتینه شدن می‌نماید و آب آزاد شده ناشی از دناتوراسیون پروتئین‌ها را جذب می‌نماید. اما این موضوع در مورد نشاسته گندم صدق نمی‌کند.



شکل 7- تاثیر غلظت‌های مختلف نشاسته سیب‌زمینی روی آب‌اندازی نمونه‌های ژامبون گوشت مرغ در طول مدت زمان نگهداری



شکل 8- تاثیر غلظت‌های مختلف نشاسته سیب‌زمینی روی آب‌اندازی نمونه‌های ژامبون گوشت گاو در طول مدت زمان نگهداری

حین پخت و در دمای بالاتر از 50 درجه سانتی‌گراد، پروتئین‌های میوفیبریلی دچار تغییرات ساختاری می‌شوند که منجر به تشکیل شبکه و ایجاد حالت ژلی می‌گردد (Tornberg, 2005). ژلاتیناسیون نشاسته سیب‌زمینی در دمای 56 تا 69 درجه سانتی‌گراد اتفاق می‌افتد

3 Retrogradation

(Collado *et al*, 2003). پیش از اینکه میوزین شبکه اصلی ژل را فرم‌دهی کند، نشاسته فضاهای خالی و بینابینی شبکه ژلی ماهیچه را پر می‌کند و از این طریق روی اتصال آب و خصوصیات بافتی اثرگذاری خواهد کرد (Foegeding, 1988).

این موضوع بسیار اهمیت دارد که آب‌اندازی و تراوش آب یکی از اصلی‌ترین نتایج رتروگراداسیون در فراورده‌های گوشتی حاوی نشاسته است. چرا که نگهداری این فرآورده در دمای یخچال (صفر الی 5 درجه سانتی‌گراد) فرصت بسیار مناسبی را برای پدیده رتوگراداسیون فراهم می‌کند. وجود و مشاهده آب آزاد در بسته‌بندی تحت خلأ برش‌های فرآورده‌های گوشتی از واضح‌ترین اثرات منفی رتوگراداسیون نشاسته می‌باشد. نشاسته‌های دارای آمیلوز بیشتر و بلندتر زودتر دچار رتوگراداسیون می‌شوند و این پس‌گرایی باعث بهم پیوستن رشته‌های خطی به یکدیگر و آزاد کردن آب در طی نگهداری می‌شود. زمانی که یک فرآورده گوشتی حاوی نشاسته با آمیلوز بالا سرد می‌شود (به‌خصوص وقتی به آرامی سرد شوند) رشته‌های خطی آمیلوز مجدد به یکدیگر می‌پیوندد و باندهای هیدروژنی بین آنها ایجاد می‌شود که آنها را نامحلول می‌سازد. این پس‌گرایی باعث خروج آب از ژل می‌گردد. نشاسته‌های دارای آمیلوپکتین بیشتر، با سرعت کمتری دچار رتروگراداسیون می‌شوند. اما بافت حاصل از ژل آنها نرم‌تر و الاستیک می‌باشد. از جمله این نشاسته‌ها می‌توان به نشاسته سیب‌زمینی، تاپیوکا و ذرت مومی اشاره کرد که آب‌اندازی کمتری در طول مدت زمان نگهداری دارند. این ویژگی به‌خصوص در مورد پایداری محصول طی فرآیند انجماد- انجمادزدایی بسیار حائز اهمیت است (Finer, 2006). نتایج تحقیقات متعددی کاهش آب‌اندازی و افزایش ظرفیت نگهداری آب و بهبود بازده پخت ناشی از افزودن نشاسته سیب‌زمینی را مورد تایید قرار می‌دهند (Carballo *et al*, 1996 ؛Pietrasik, 1999 ؛Yang *et al*, 1995).

در تحقیقی، اثر سینرژیستی و برهمکنش بین نشاسته سیب‌زمینی، صمغ لوبیای لوکاست و کاراگینان در فرآورده‌های گوشتی رژیمی (با سطح چربی و نمک کم) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنها اثر قابل توجه این سه افزودنی در محبوس کردن و حفظ آب آزاد و همچنین کاهش آب‌اندازی در فرآورده گوشتی رژیمی را نشان داد. برخی از صمغ‌های پلی‌ساکاریدی مانند صمغ لوبیای لوکاست باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب و کاهش آب‌اندازی فرآورده‌های گوشتی می‌گردند به‌خصوص اگر به‌صورت ترکیبی با کاپاکاراگینان مورد استفاده قرار گیرند (Oakenfull *et al*, 2000).

بررسی اثر نوع بسته‌بندی تحت خلاء روی آب‌اندازی

طبق آنالیز واریانس اثر نوع بسته‌بندی و میزان خلاء آن روی آب‌اندازی هر دو نوع ژامبون معنی‌دار بود (جدول4) ($P<0/05$). نتایج نشان داد که بسته‌بندی‌های Skin به‌نحو معنی‌داری میزان آب‌اندازی کمتری نسبت به بسته‌بندی‌های تحت خلاء ساده دارد. این نتیجه می‌تواند به دو دلیل باشد یکی چروکیدگی محصول درون بسته‌بندی و دیگری میزان تماس فیلم بسته‌بندی و سطح فراورده است. جنس فیلم بسته‌بندی تحت خلاء ساده از نوع پلی‌اتیلن و پلی‌آمید است. این مواد قابل‌کشش نیستند و سبب چروکیدگی در محصول و خروج آب آزاد می‌شوند (HumpHreys, 1996). در حالی که در بسته‌بندی‌های Skin از فیلم‌های انعطاف‌پذیر استفاده می‌شود که قابلیت کشش‌پذیری بالا و تحمل فرایند حرارتی را دارند. در واقع فیلم قبل از پوشاندن محصول، در اثر حرارت نرم و منعطف می‌شود و باعث تخریب یا چروکیدگی محصول نمی‌گردد (HumpHreys, 1996).

از طرفی کارایی بسته‌بندی تحت خلاء شدیداً به تماس بین فیلم بسته‌بندی و سطح فراورده بستگی دارد زیرا فضاهای خالی در بسته، هم پتانسیل خروج آب آزاد و بروز آب‌اندازی را افزایش می‌دهند و هم باعث نفوذپذیری بیشتر گاز به بسته‌بندی طی انبارداری می‌گردند (Stiles, 1990). در بسته‌بندی‌های تحت خلاء ساده به دلیل کشش‌پذیری کم فیلم، فضای خالی بیشتری وجود دارد. اما در بسته‌بندی Skin، فیلم مورد استفاده انعطاف‌پذیری بالایی دارد و هنگام دوخت، تا جایی که ممکن است کشیده می‌شود و هر جایی که در تماس با فراورده گوشتی و لایه زیرین است را درزبندی می‌کند (Piergovanni *et al*, 2010). لذا فضای خالی بسیار کمتری در بسته‌بندی Skin نسبت به بسته‌بندی تحت خلاء ساده وجود دارد و آب‌اندازی کمتری در این نوع بسته‌بندی رخ می‌دهد.

بررسی اثر فشار خلاء بسته‌بندی روی آب‌اندازی

طبق نتایج آنالیز واریانس میزان فشار خلاء روی میزان آب‌اندازی معنی‌دار بود (جدول 7 و8) به‌گونه‌ای که با افزایش فشار خلاء، میزان آب‌اندازی افزایش یافت (شکل 7). هرچه فشار منفی داخل بسته‌بندی بیشتر باشد، فشار مکانیکی ناشی از فیلم بسته‌بندی روی محصول بیشتر می‌شود. در واقع در خلاء بیشتر فیلم دو طرف بسته‌بندی، محصول درون بسته را تحت فشار مکانیکی قرار داده و باعث خروج آب آزاد بیشتری از محصول می‌گردند. این موضوع به‌خصوص در مورد پوشش‌هایی که قابلیت کشش کمتری دارند بیشتر رخ می‌دهد. بسته‌بندی تحت خلاء برای فراوده‌های گوشتی که به فشار حساس هستند، بسیار نامناسب تشخیص داده شده است زیرا زمانی که این محصولات در خلاء بسته‌بندی می‌شوند، در اثر فشار فیلم‌های بسته‌بندی از دو طرف، هم باعث آسیب به بافت محصول شده و هم باعث خروج آب آزاد از محصول می‌گردد (Finer, 2006؛ Zagory, 1997).

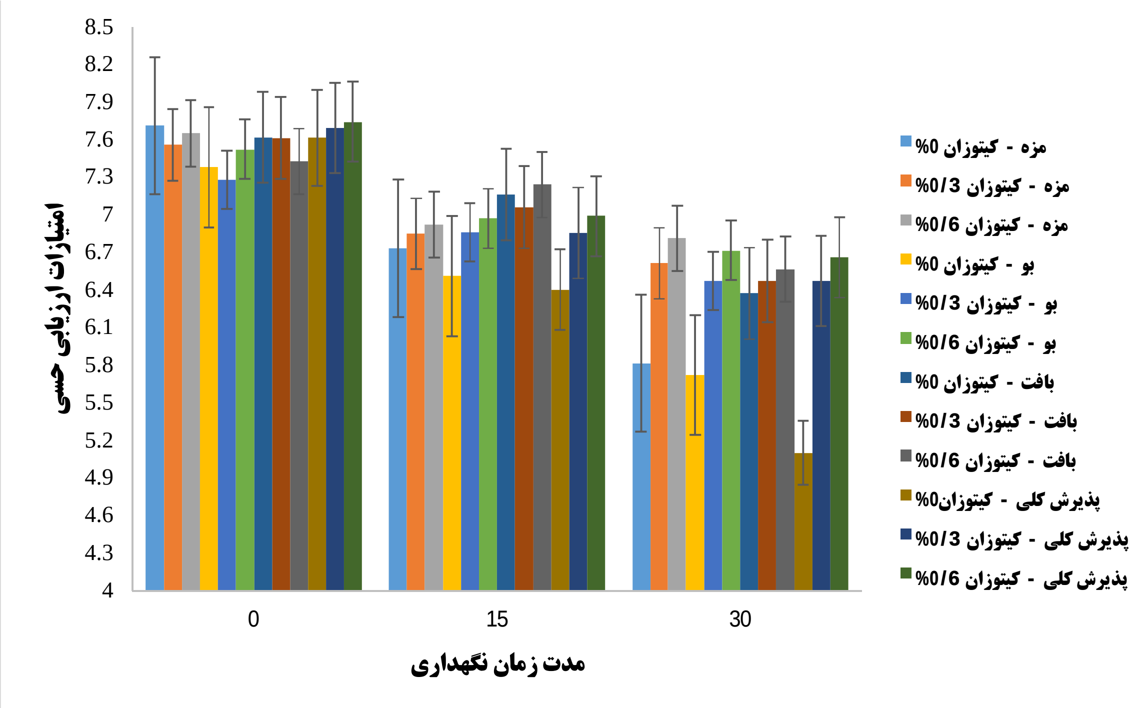
جدول 9- تأثیر نوع بسته‌بندی، میزان خلاء و مدت زمان نگهداری بر میزان آب‌اندازی ژامبون ها

ردیف	نوع بسته‌بندی	میزان خلاء بسته‌بندی	مدت زمان نگهداری	میزان آب‌اندازی ژامبون: گوشت گاو	میزان آب‌اندازی ژامبون: گوشت مرغ
1	Skin	5	0	0/9482[g]±0/11	1/280[ab]±0/12
2	Skin	5	15	1/4451[defg]±0/15	1/815[ab]±0/1
3	Skin	5	30	2/3261[abc]±0/1	1/940[a]±0/2
4	Skin	30	0	0/9344[g]±0/2	1/215[b]±0/32
5	Skin	30	15	1/392[efg]±0/18	1/760[ab]±0/15
6	Skin	30	30	2/1087[ab]±0/09	1/765[ab]±0/1
7	تحت خلاء ساده	5	0	1/2819[efg]±0/05	1/19[b]±0/08
8	تحت خلاء ساده	5	15	1/8998[cde]±0/22	1/475[ab]±0/1
9	تحت خلاء ساده	5	30	2/9384[a]±0/25	1/670[ab]±0/07
10	تحت خلاء ساده	30	0	1/1954[fg]±0/1	1/335[ab]±0/18
11	تحت خلاء ساده	30	15	1/7103[cdef]±0/15	1/785[ab]±0/25
12	تحت خلاء ساده	30	30	2/6678[bcd] ±0/14	1/625[ab]±0/05

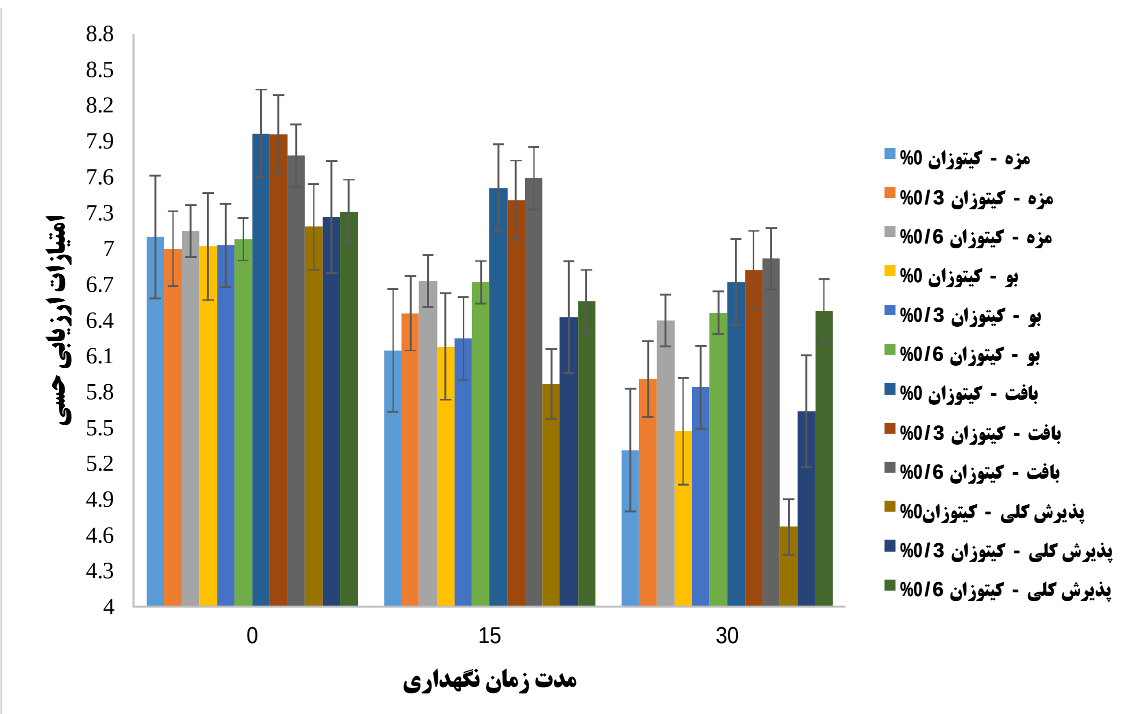
آنالیز حسی

بر اساس نتایج به‌دست آماده اثر کیتوزان، مدت زمان نگهداری و اثرات متقابل آنها بر روی تمامی پارامترهای حسی مزه، بو و پذیرش کلی معنی‌دار بود در حالی که روی رنگ و بافت اثر معنی‌داری نداشتند. همچنین اثر نشاسته سیب‌زمینی بر روی هیچ یک از پارامترهای حسی معنی‌دار نبود. همانطور که در شکل 9 مشاهده می‌گردد با افزایش مدت زمان نگهداری تمامی پارامترهای حسی به شکل معنی‌داری کاهش یافت اما پارامتر رنگ روند مشخصی نداشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش مدت زمان نگهداری امتیازات طعم، مزه و پذیرش کلی محصول به‌طور قابل توجهی کاهش یافت. مهم‌ترین دلیل برای توجیح این روند نزولی را می‌توان به رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها اختصاص داد. بسته‌بندی‌های وکیوم فرآورده‌های گوشتی فلور میکروبی متنوعی دارند که اسیدلاکتیک باکتری‌ها فلور میکروبی غالب را تشکیل می‌دهند. تولید ترکیبات سولفور ناشی از تجزیه اسیدآمینه‌ها و همچنین تولید اسیدهای نامطلوب طی تنفس بی‌هوازی اختیاری از جمله اثر منفی قدرتمند اسیدلاکتیک باکتری‌ها روی کاهش ویژگی‌های حسی فراورده گوشتی طی مدت زمان نگهداری می‌باشد (Finer, 2006). بر اساس نتایج آماری به‌دست آمده از آنالیز واریانس از نقطه نظر امتیاز طعم با افزایش مدت زمان نگهداری از روز اول به روز سی‌ام امتیاز به‌طور معنی‌داری از 7/6 به 6/5 کاهش یافت. طبق نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها در روز اول نگهدای پذیرش بافت بهتری داشتند. در این خصوص می‌توان به تاثیر منفی رتوگراداسیون نشاسته در روزهای 15 و 30 بعد ازتولید اشاره نمود. رتوگراداسیون نشاسته به‌خصوص در مورد نمونه‌های دارای نشاسته گندم بیشتر سیر نزولی چشمگیری بر روی بافت داشته است.

طبق نتایج به‌دست آمده در نمونه‌های مختلف تولیدی بعد از یک روز نگهداری، از نقطه نظر امتیاز بافت، بو، طعم، رنگ و پذیرش هیچ تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های بدون کیتوزان و نمونه‌های دارای 0/3 و 0/6 درصد کیتوزان مشاهده نشد که این نتیجه نتایج ارزیابی حسی که گارسیا و همکاران (2010) در مورد سوسیس گوشت خوک انجام دادند مطابقت داشت. آن‌ها گزارش کردند که اضافه شدن کیتوزان (1 درصد) تغییری در بافت، طعم، رنگ و پذیرش کلی محصول ایجاد نشد. اما در بازه‌های زمانی یکسان 15 و 30 روز، پنلیست‌ها به نمونه‌های دارای کیتوزان بیشتر امتیازات بیشتری اختصاص دادند. این اثر کیتوزان به دلیل ممانعت از رشد اسید لاکتیک باکتری‌ها می‌باشد که مانع از تولید ترکیبات آمینی، سولفوری و اسیدهای نامطبوع در اسلایس‌های ژامبون مرغ بسته‌بندی شده تحت خلاء می‌گردد. آنالیز pH و آنالیز میکروبی مؤید این مطلب می‌باشند. از سوی دیگر کاهش آب‌اندازی محصول درون پوشش از جمله دلایل مهم در افزایش پذیرش نمونه‌های حاوی سطوح بالای نشاسته سیب‌زمینی و کیتوزان می‌باشد. بستان و ماهان (2013) گزارش کردند که با اضافه شدن کیتوزان (0/25، 0/5 و 1 درصد) در سوسیس وکیوم پنلیست‌ها هیچ تغییر نا مطلوبی در تیمارها از لحاظ رنگ، بو، طعم به‌وجود نیامد. همچنین ایشان یافتند با وجود اینکه نمونه شاهد در روز20 دارای بو و طعم ترشیدگی، بی‌رنگی، تشکیل سطح چسبنده و تجمع مایع در بسته شد اما در تیمارهای دارای کیتوزان حتی بعد از 60 روز نگهداری این علایم به شکل معنی‌داری کمتر بود.



شکل 9- تاثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان روی آب‌اندازی نمونه‌های ژامبون گوشت مرغ در طول مدت زمان نگهداری



شکل 9- تاثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان روی آب‌اندازی نمونه‌های ژامبون گوشت گاو در طول مدت زمان نگهداری

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی تاثیر نشاسته سیب‌زمینی به‌جای نشاسته گندم، سطوح مختلف کیتوزان بر روی جمعیت آب‌اندازی، جمعیت میکروبی، pH و ارزیابی حسی ژامبون گوشت گاو و گوشت مرغ در طول مدت زمان نگهداری بود. در ادامه اثر نوع بسته‌بندی و میزان خلاء بسته‌بندی بر روی میزان آب‌اندازی بررسی گردید. نتایج نشان داد که در طول مدت زمان نگهداری به دلیل افزایش جمعیت میکروبی، pH فراورده کاهش یافت. در ادامه کاهش pH و رتوگراداسیون نشاسته باعث ایجاد آب‌اندازی و کاهش پارامترهای حسی نمونه ها در طول مدت زمان نگهداری گردید. نتایج نشان داد نشاسته سیب‌زمینی اصلاح شده به دلیل ویژگی‌های جذب آب بیشتر و رتوگراداسیون کندتر و کمتر نسبت به نشاسته گندم توانست تاثیرات مثبت معنی‌دار و به‌سزایی در بهبود آب‌اندازی بسته‌های وکیوم ژامبون مرغ داشته باشد. آنالیز حسی نشان داد که نمونه‌های دارای نشاسته سیب‌زمینی بالاتر پذیرش بافت بالاتری نسبت به سایر نمونه‌ها دارند. طبق آنالیز میکروبی، کیتوزان اثر بازدارندگی معنی‌داری روی جمعیت میکروارگانیسم‌ها داشت و جلوگیری از کاهش pH در سطوح بالاتر کیتوزان همین نتیجه بود. به همین دلیل کیتوزان باعث کاهش آب‌اندازی و بهبود پارامترهای حسی گردید. همچنین نتایج نشان داد که آب‌اندازی ژامبون‌ها تحت تاثیر نوع بسته‌بندی و میزان خلاء نیز قرار دارد به‌گونه‌ای که بسته‌بندی Skin نسبت به بسته‌بندی‌های تحت خلاء ساده میزان آب‌اندازی کمتری از خود نشان دادند و با افزایش میزان خلاء بسته‌بندی، میزان آب‌اندازی افزایش معنی‌داری داشت.

منابع

احتیاطی، ا. شهیدی، ف. کوچکی، آ. رضوی، س. م. ع. مجذوبی، م. 1396. بررسی ویژگی‌های ساختاری، ریخت‌شناسی، ساختمانی و حرارتی نشاسته سورگوم سفید. مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، شماره2، جلد13،ص. 404-393.

اعتمادیان، ی. شعبانپور، ب. صادقی ماهونک، ع. شعبانی، ع. یحیایی،ئ م. دوردیئی، خ. 1390. اثر بسته بندی تحت خلاء بر ویژگی های شیمیایی ، میکروبی و حسی فیله های ماهی سفید (*kutum frisii Rutilus*) نگهداری شده در یخ. مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، شماره4،جلد7،ص. 298-304.

آزادبخت، ا. مقصودلو، ی. خمیری، م. کشیری، م. 1396. ارزیابی خواص ضداکتریایی فیلم زیست‌فعال کیتوزان حاوی اسانس اکالیپتوس گلوبولوس. مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، شماره5،جلد13،ص. 797-784.

خدری، ف. خدانظری، ا. 1395. تاثیر ترکیبی بسته‌بندی تحت خلاء وعصاره چای سبز بر تغییرات کیفی ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) طی نگهداری در یخچال. مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، شماره5،جلد12،ص. 533-542.

شهدادی ساردو، ع. صداقت، ن. تقی زاده، م. میلانی، ا. 1396. تاثیر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش خوراکی کیتوزان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی خیار گلخانه‌ای رویال طی دوره نگهداری. مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، شماره2،جلد13،ص. 363-378.

علی زاده، و. برزگر، ح. ناصحی، ب. سمواتی، و. 1396. ارزیابی خواص فیزیکی و ضدمیکروبی فیلم خوراکی کیتوزان حاوی اسانس صمغ بنه. مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، شماره4،جلد13،ص. 584-593.

فرخنده، ا. حسینی، س، ا. 1396. تأثیر نایسین ریزپوشانی شده و پودر تفاله گوجه فرنگی به عنوان جایگزین نیتریت بر برخی ویژگیهای شیمیایی، میکروبی و حسی سوسیس. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. شماره1، جلد12، ص. 88-79.

محمدی، م. صیدی، م. خادمی، ا. 1396. اثر پوشش های سلوفان و کیتوزان بر ویژگی های کیفی و انبارمانی فلفل دلمه ای رقم "کالیفرنیا واندر". مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، شماره5، جلد13،ص. 720-729.

AOAC. 2000. Official methods of analysis of AOAC international (15th ed.). Washington, USA; Association of Official Analytical Chemistry.

Blixt, Y. Borch, E. 2002. Comparison of shelf-life of vacuumpacked pork and beef. *Meat Sci*, 60: 371–378.

Cai, C., Zhao, L., Huang, J., Chen, Y. & Wei, C., 2014, MorpHology, structure and gelatinization properties of heterogeneous starch granules from high-amylose maize, *Carbohydrate Polymers*, 102, 606-614.

Carballo, J. Fernández, P. Barreto , G. Solas, M. T. Jiménez Colmenero, F. 1996. MorpHology and texture of bologna sausage as related to content of fat, starch and egg white. *Journal of Food Science*, 61, 652 – 665 .

Cesar.A.S.C; Diego.A; Molina and Kenneth. R.C. Effects of Locus Bean Gum, Kappa Carrageenan and Iota Carrageenan on the Syneresis, Texture and Some Sensory Characteristics of Cooked Ham. Rev. Fac. Nal. Agr. *Medellín* 66(2): 7095-7106. 2013.

Choi, S.H. and K.B. Chin. 2003. Evaluation of sodium lactate as a replacement for conventional chemical preservatives in comminuted sausages inoculated with Listeria

Collado, LS., Corke, H. 2003. Starch properties and functionalities. In:kaletunc, G., Bereslaur, K. J (Eds). Characterization of cereals and flours, Marcel Dek-ker. NY, USA, pp 473-506.

Deda M.S, Bloukas J. G, Fista G. A. Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters.*Meat Science* 2007;76: 501–508.

Delvalle M.M, Camara M.A, Torija E. Effect of pomace addition on tomato paste quality . Acta Hort 2003; 613:399-405.

Devatkal, S., S.K. Mendiratta and N. Kondaiah. 2004. Quality characteristics of loaves from buffalo meat, liver and vegetables. *Meat Sci*, 67: 377-383.

Dutta, PK. Tripathi, S. Mehrotra, GK. Dutta, J. 2009. Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. *Food Chemistry*, 114: 1173–1182.

Feiner, G. 2006. Meat product handbook. Woodhead Publishing Limited: Cambridge, England.

Foegeding, E. A. 1988. Gelation in meat batters. In 41st reciprocal meat conference proceedings. Wyoming: American Meat Science Association (pp. 44–47).Ruiz, J. 2007. Ingredients. pp. 59-76. In F. Toldra. (Ed.), Handbook of Fermented Meat and Poultry. Blackwell publishing: Australia.

Herrero , A., de la Hoza, L., Ordóñez, J., Herranz, B., Romero de Ávila, M., & Cambero, M. 2008. Tensile properties of cooked meat sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) parameters and pHysico-chemical characteristics. *Meat Science, 80*, 690–696.

Helander, I.M. Nurmiaho-Lassila, E.L., Ahvenainen, R., Rhoades, J. and Roller, S. 2001. Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of gram-negative bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 71: 235-244.

HumpHreys, P. 1996. Vacuum packaging of fresh meat – An Overview. pp. 285-295. In: In S. A. Taylor, A. Raimundo, M. Severini and F. J. M. Smulder(Eds), Meat Quality and Meat Packaging. Utrecht, Holland: ECCEAMST.

Jackson, T.C., Marshall, D.L., Acuff, G.R., and Dickson, J.S. 2001. Meat, poultry, and seafood. Pp. 91–109. In: Doyle, M.P., Beuchat, L.R., and Montville, T.J. (eds), *Food Microbiology*, Fundamentals and Frontiers, 2nd edn. ASM Press, Washington, DC.

Jeon YJ, Park PJ, Kim SK. 2001. Antimicrobial effect of chito oligosaccharides produced by bioreactor. *Carbohyd Polym*, 44:71–76.

Joly, G. Anderstein, B. 2009. Starches. pp. 25-55. In: Tarte, R. (Ed.), Ingredient in meat product. Springer: Wisconsin, USA.

Kanatt, S.R., Chander, R., Sharma, A. 2008. Chitosan and mint mixture: a new preservative for meat and meat products. Food Chemistry., 107: 845–852.

Kurita K, Kamiya M, Nishimura SI. 1991. Solubilization of a rigid polysaccharide: controlled partial n-acetylation of chitosan to develop solubility. Carbohyd Polym.;16(1):83–92.

Lin, K.W., and Chao, J.Y. 2001. Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight. Journal of Meat Science, 9: 343–351.

Lynn Knipe ,C. Rust, Robert E. 2010. Thermal processing of ready-to-eat meat products. 2: 17-39.

Mills , E. W. (1995) . Nonmeat binders for use in cook-in-bag and smoked ham . *Journal of Muscle Foods* , 6 , 23 – 35 .

Mondry, H. 1996. Packaging system for processed meat. PP. 323-333. In S. A. Taylor, A. Raimundo, M. Severini and F. J. M. Smulder(Eds), Meat Quality and Meat Packaging. Utrecht, Holland: ECCEAMST.

monocytogenes. Meat Sci, 5: 531-537.

Multivac. Thermoforming packaging machines. Perfect vacuum skin packs (Superior Skin Packaging with the DARFRESH System). Printed in Germany on chlorine free paper, Multivac Group Library, 15 March 2016. https://www.multivac.com/en.html [25. Nov 2017].

Muthia, D., Nurul, H. and Noryati, I. 2010. The effects of tapioca, wheat, sago and potato flours on the pHysicochemical and sensory properties of duck sausage. *International Food Research Journal* 17: 877-884.

Nakao , Y. , Konno , A. , Taguchi , T. , Tawada , T. , Kasai , H. , Toda , J. , & Terasaki ., M . (1991) .Curdlan: Properties and applications in foods . *Journal of Food Science* , 56 , 769 – 772 , 776 .

Oakenfull, D., Naden, J., & Paterson, J. 2000. Solvent structure and the influence of anions on the gelation of j-carrageenan and its synergistic interaction with locust bean gum. Pp. 221–228. In: P. A. Williams & G. O. PHillips (Eds.), Gums and stabilisers for the food industry-10. Cambridge: Royal Society of Chemistry.

Pereira NR, Tarley CRT, Matsushita M, de Souza NE. 2000. Proximate composition and fatty acid profile in brazilian poultry sausages. *J Food Compos Analy*, 13: 915-20.

Perez,.A.S.C; Diego.A., Mahecha. H, S.; Influence of Sodium Alginate on Syneresis in Cooked Ham. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 63(1):5409-5415. 2010.

Piergovanni, L. and S. Lombo. 2010. Food Packaging, Materiali, Technologie qualitia degli almenti. Springer: Milano.

Pietrasik , Z . 1999. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages . *Meat Science* , 51 , 17 – 25 .

Restrepo, D., F. Molina and K. Cabrera. 2010. Effect of the Addition of Kappa I.II Carrageenan and Tara Gum on Quality Characteristics of Cooked and Chopped Pork Hams. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellin*, 63(2): 5717-5727.

Sampaio, G. R., Castellucci, C. M. N., Pinto Silva, M. E. M. & Torres, E. A. F. S. 2004. Effect of fat replacers on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 469-474.

Samelis, J. Kakouri, A. Rememtzis , J. 2000. Selective effect of the product type and the packaging conditions on the species of lactic acid bacteria dominating the spoilage microbial association of cooked meats at 4°C. *Food Microbiol*, 17: 329–340.

Shahidi, F., Abuzaytoun, R. 2005. Chitin, chitosan, and co-products: chemistry, production, application, and health effects. *Advances in Food and Nutrition Research*, 49: 93- 135.

Soriano A, Gomez L, Mariscal C, Garcia Ruiz A. 2006. Proteolysis, pHysicochemical characteristics and free fatty acid composition of dry sausages made with deer (*Cervus elapHus*) or wild boar (Susscrofa)meat: a preliminary study. *Food Chem*; 96(2):173-84.

Stiles, M. E. 1990. Modified atmospHere packaging of meat, poultry, and their products. pp. 118-147. In M. E. Stiles. Modified AtmospHere Packaging of Food, E. Horwood: New York.

Synowiecki, J. and Al-Khateeb, N.A. 2003. Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(2): 145-171.

Tarte, R. 2009. Meat-derived protein ingredients. pp. 145-171. In: R. Tarte. (Ed.), Ingredient in meat product. *Springer*: Wisconsin, USA.

Tornberg, E. 2005. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70: 493–508.

Wu, Y., Rhim, J.W., Weller, C.L., Hamouz, F., Cuppett, S., and Schnepf, M. 2000. Moisture loss and lipid oxidation for precooked beef patties stored in edible coatings and films. *Journal of Food Science*, 65: 300-304.

Xiao D. Novel Delivery Systems of Nisin to Enhance Long term Efficacy against Foodborne Pathogen Listeria Monocytogenes 2010;164:50-90.

Yang , A. Trout, G.R. Shay, B. J. 1995. Evaluation of carrageenan, isolated soy protein and a modified starch in low fat-frankfurters. Proceedings of the 41st *International Congress of Meat Science and Technology*: Vol. II (pp. 436–436). Chicago:American Meat Science Association.

Zagory, D. 1997. Modified atmospHere packaging. pp. 650-656. In: A. L. Brody and K.S. Marsh(Eds.), The Wiley encyclopedia of packaging technology. John Wiley and Sons Inc: New York.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 2, June. July. 2020, p. 251- 269

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 2، خرداد- تیر 1399، ص. 269-251

Investigation the effect of formulation and condition of packaging on the Ham syneresis during Shelf Life

E. khazaiy pool[1], M. Piruzifard[2*], F.Zynali[2], M. Alizade khaledabadi[3]

Received: 2018.06.22
Accepted: 2019.09.06

Introduction: Meat and meat products are important sources of protein, fat, essential amino acids, minerals and vitamins and other nutrients. Bologna sausage, a cooked meat product, is one of the most accepted processed meat products and is consumed and enjoyed worldwide. Among the meat products, sausage and bologna in vacuum packages due to their variety, easy to use applications and being economical, have become commonplace. The most important problem with the production, storage and sale of this kind of meat products is their syneresis in the vacuum packages. In addition to an unpleasant appearance, syneresis leads to accelerating microbial growth and undesirable changes in the flavor and odor of the product.

The addition of functional ingredients helps to modify the overall technological and sensorial characteristics of a meat system such as water holding capacity (WHC), fat holding capacity, and texture properties and decrease the syneresis. Syneresis and purge are seen as a result of retrogradation of starch and this is very common in sliced and vacuum-packed meat products. Storage of meat products containing high-amylose starches, at low temperatures from around –1 °C to 0 °C for a prolonged time also favors retrogradation. The level of retrogradation depends on the type of starch and wheat starch demonstrating the greatest tendency towards retrogradation. Chitosan is a natural cationic polysaccharide antibacterial activity and antioxidant properties in muscle foods during storage. The aim of this study was Investigation the addition of functional ingredients such as chitosan and potato modified starch in the formulation on the amount of syneresis, pH, total microbial count and sensory evaluation in two type of products including beef ham and chicken ham were examined during storage. Then, the effect of vacuum packaging type and the amount of vacuum created in the package on the amount of syneresis were investigated.

Material and methods: In this study, first various factors such as three levels of chitosan (0, 0.3 and 0.6%) and replace the wheat starch with three levels of potato modified (0, 5 and 10%) in the formulation on the amount of syneresis, pH, total microbial count and sensory evaluation in two type of products including beef ham and chicken ham were examined during storage time (1, 15 and 30 days). In this part of study, samples with least syneresis was selected. After that various factors of packaging such as two type of vacuum packaging(simple vacuum pack and skin pack) and the amount of vacuum(5 and 30 millibars) created in the package on the amount of syneresis were examined during storage(1, 15 and 30 days). Wheat starch, potato starch and chitosan were purchased, respectively, from Faradane Company, KMC Company and Sinaseven Company. Chicken meat was purchased from Fileh Amol Company. Beef was purchased from Minerva Company of Brazil. All steps of samples' preparation were performed in the Kalleh Amol Meat company. The chicken ham samples in this study were consisted of 90% of the chicken meat and beef ham samples were consisted of 90% of beef. Vacuum packaging was done using the machines which were manufactured by the German company Multivac. Syneresis was measured using the method suggested by Cesare et al. (e 2013). Initial weight of the ham slices before vacuum packed was measured (P1); at the day of the analysis, the packaging was opened and the slices were dried with a disposable absorbent towel, then the dried ham slices were weighed again (P2). Syneresis was expressed as: Syneresis= (P1- P2) ×100/P1. This study was conducted in a completely randomized design and Duncan multi-ranged test was used to determine differences between samples at 95% confidence level.

Results and discussion: According to the results of analysis of variance, there was no significant difference between the syneresis of beef and chicken ham. The effect of storage time was significant on the syneresis and the syneresis rate increased with increasing storage time. Also the results showed that adding chitosan and potato modified starch significantly ($p<0.05$) reduced the product's syneresis during storage. Potato starch has more water storage capacity and more amylopectin than wheat starch. For this reason, potato starch has a weaker retrogradation and less syneresis. Chitosan is a cationic polysaccharide with water absorbing polar groups. Chitosan, also was prevented from decreasing product's pH during storage time, that this result showed antimicrobial effect of chitosan on acid lactic bacteria, especially in 15 and 30 days of storage. For that reason, chitosan prevents product's pH to reach to its isoelectric pH. According to

1, 2 and 3. Former Ph.D student, Associate Professor and Professor, Department of Food Science & Technology, Urmia University.
(*- Corresponding author Email: kh.pirouzifard@urmia.ac.i)

the sensory evaluation results, during the maintenance period, the sensory quality decreased significantly while chitosan had a significant positive effect on sensory parameters during storage time ($P<0.05$). Type of vacuum packaging and the amount of vacuum created in the package showed significant effect on the amount of samples' syneresis. Skin packaging showed less syneresis rates than simple vacuum packages. This result can be due to two reasons: one is the shrinkage of the product in the package, and the other is the amount of the film packing tangency on the surface of the products. So that by increasing the amount of vacuum, syneresis value increased significantly. Increasing the negative pressure inside the package caused increase the mechanical pressure by the packaging film on the product. In total, it can be concluded that with the addition of modified potato starch and chitosan to the formulation, as well as the use of lower-vacuum Skin packaging, the amount of syneresis of meat products can be significantly reduced.

Key words: Ham, Syneresis, Potato Modified Starch, Chitosan, Vacuum Packaging.